

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«16» июня 2021 г. № 8

**Рабочая программа дисциплины**

***Молекулярная биофизика***

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

06.03.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022 год

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.06 «Молекулярная биофизика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины, модули» ООП по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

**Целью освоения дисциплины является:**

- формирование представлений о принципах структурной организации и функционирования биологических макромолекул (в первую очередь белков и нуклеиновых кислот);
- анализ взаимосвязи между молекулярной структурой и выполняемыми функциями;
- рассмотрение физических основ функционирования ферментов.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 – Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии	ПК-1.1. Знает: - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах;	<i>Знает</i> принципы структурной организации и функционирования биологических макромолекул и методы их исследования;	Тесты, контрольные вопросы, контрольные работы, доклады, рефераты
	ПК-1.2. Умеет: - планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах;	<i>Умеет</i> применять знания для решения теоретических и практических задач в области молекулярной биофизики;	
	ПК-1.3. Владеет: - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования.	<i>Владеет</i> навыками критического анализа информации при выполнении научно-исследовательской работы в области молекулярной биофизики.	

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	64
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
самостоятельная работа	42
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен	36

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы			
		из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Тема 1. Теоретические основы формирования пространственной структуры биологических макромолекул	12	4	4	8	4
Тема 2. Структура полипептидов и белков	32	8	8	16	12
Тема 3. Физические основы функционирования ферментов	26	8	8	16	10
Тема 4. Физика нуклеиновых кислот	12	4	4	8	6
Тема 5. Биосинтез белка	12	4	4	8	6
Тема 6. Фолдинг белка	12	4	4	8	4
Итого	106	32	32	64	42

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций. Промежуточный контроль осуществляется на экзамене.

### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

*Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:*

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;

- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет
- подготовка к устному опросу на лекционных занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к экзамену.

### **Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Молекулярная биофизика»**

#### **Подготовка к устному опросу, тестированию**

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

#### **Подготовка к экзамену.**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**. Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Радиационная биофизика».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

### **5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

#### **5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на

		уровне « очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
1.	Строение пептидной цепи. Валентные связи и углы между ними. Колебания длин связей и углов.	ПК-1
2.	«Клубок» и его главные отличия от глобулы. Вторичные структуры белковой цепи. $\alpha$ -спираль, $\beta$ -структура.	ПК-1
3.	Пространственные структуры белковых молекул. Фибриллярные и мембранные белки.	ПК-1
4.	Энергетические дефекты в архитектуре глобулярных белков. Связь величины дефекта с вероятностью его встречаемости в белковых молекулах.	ПК-1
5.	Физические основы ферментативного катализа (на примере сериновых протеаз).	ПК-1
6.	Внутримолекулярные взаимодействия в двойной спирали.	ПК-1
7.	Структура транспортных РНК. Связывание с аминокислотами.	ПК-1
8.	Денатурация-ренатурация белков.	ПК-1

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки компетенции ПК-1

#### Примеры тестовых заданий

1) При растворении в воде гидрофобного соединения:

а)  $\Delta S > 0$ ,  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta G < 0$ ;

б)  $\Delta S > 0$ ,  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta G > 0$ ;

в)  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta G > 0$ .

г)  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta G < 0$ .

2) Энергия Ван-дер-Ваальсова притяжения обратно пропорциональна:

- а)  $r$ ;
  - б)  $r^2$ ;
  - в)  $r^6$ ;
  - г)  $r^8$ .
- 3) В белках ковалентными связями стабилизированы преимущественно:
- а) только первичная структура;
  - б) первичная и вторичная структуры;
  - в) первичная, вторичная и пространственная структура;
  - г) только пространственная структура.
- 4) Основной вклад в поддержание вторичной структуры белковых молекул вносят:
- а) водородные связи;
  - б) электростатические взаимодействия;
  - в) валентные связи;
  - г) гидрофобное взаимодействие.
- 5) Денатурация белка это:
- а) разрыв валентных связей в молекуле;
  - б) потеря нативной пространственной структуры;
  - в) удаление N-концевого фрагмента из структуры молекулы;
  - г) удаление C-концевого фрагмента из структуры молекулы.
- 6) Карта Рамачандрана отражает:
- а) разрешенные и запрещенные значения углов поворота вокруг валентных связей в остове пептидной цепи;
  - б) длины валентных связей в остове пептидной цепи;
  - в) количество связей, которые завязывают атомы, входящие в остов пептидной цепи;
  - г) все перечисленные показатели.

### 5.2.3. Для оценки компетенции ПК-1 используются контрольные работы

#### Примеры вопросов контрольной работы

- Взаимодействия Ван-дер-Ваальса.
- Гидрофобные взаимодействия.
- Процесс образования вторичных структур. Влияние аминокислотных остатков на стабильность вторичных структур.
- Общие закономерности организации активного центра ферментов.
- Особенности структурной организации фибриллярных, мембранных и водорастворимых глобулярных белков.
- Энергия каких взаимодействий вносит определяющий вклад в первичную, вторичную и пространственную структуру белков
- Влияние аминокислотной последовательности (первичной структуры) на пространственную структуру белка
- Методы определения пространственной структуры белков. Преимущества и ограничения
- Обратимость денатурации белковых молекул
- Основные подходы к предсказанию и дизайну пространственных структур белка

#### **5.2.4. Для оценки компетенции ПК-1 используются доклады и дискуссии на занятиях семинарского типа**

Студентам предлагается индивидуально подготовить доклад и его презентацию. Оценочное средство в виде подготовки доклада с последующей презентацией используется при проведении практического занятия во время аудиторной работы. Студентам предлагается самостоятельно проанализировать проблему, подготовить доклад, на его основе сделать презентацию доклада и выступить перед студенческой аудиторией с представлением результатов исследования.

##### **Примеры тем докладов на семинарах**

- Типы слабых взаимодействий. Их природа и вклад в поддержание структуры макромолекул.
- Связь структуры и функции молекул белка.
- Мембранные белки – «вывернутые белки». Особенности структуры.
- Коллаген: структура и функции
- Рентгеноструктурный анализ в изучении пространственной структуры макромолекул
- ЯМР спектроскопия в изучении белков
- Процесс денатурации ДНК
- Пространственная структура рибосом. Взаимодействие нуклеиновых кислот и белковых молекул.
- Предсказание и дизайн пространственных структур белковых молекул.

##### **Примеры тем дискуссионных занятий**

- Имеет ли место «эволюционное совершенствование» белковых молекул?
- Насколько однозначно связана выполняемая белком функция с его структурой?
- Обратимость денатурации белковых молекул
- Сходны ли механизмы фолдинга белков в условиях *in vivo* и *in vitro*?
- Предсказание белковых структур по аминокислотным последовательностям.

#### **5.2.5. Для оценки компетенции ПК-1 используется написание реферативной работы по заданной теме**

Реферат должен содержать:

1. титульный лист,
2. оглавление,
3. введение,
4. основное содержание, содержащие по тексту ссылки на использованную литературу и источники,
5. заключение,
6. список цитированной литературы (не менее 5-ти источников).

Для защиты реферативной работы необходимо подготовить краткое выступление по теме на 15-20 минут с презентацией. Обязательно наличие иллюстративного материала (схемы, графики, изображения, видеофайлы), раскрывающего тему доклада. Цитируемая литература должна содержать не менее 5 научно-образовательных источников. Подготовка к ответам на вопросы преподавателя и обучающихся, заслушивающих доклад.



### Примеры тем рефератов

- Типы слабых взаимодействий. Их природа и вклад в поддержание структуры макромолекул.
- Связь структуры и функции молекул белка.
- Мембранные белки – «вывернутые белки». Особенности структуры.
- Коллаген: структура и функции
- Рентгеноструктурный анализ в изучении пространственной структуры макромолекул
- ЯМР спектроскопия в изучении белков
- Процесс денатурации ДНК
- Пространственная структура рибосом. Взаимодействие нуклеиновых кислот и белковых молекул.
- Предсказание и дизайн пространственных структур белковых молекул

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Рубин, А.Б. Биофизика. В 2-х томах. М.: Высшая школа, 1987. (113 экз. в библиотеке ННГУ-т. 1, 98 экз. в библиотеке ННГУ – т. 2)
2. Артюхов В.Г., Башарина О.В. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2012. (5 экз. в библиотеке ННГУ)
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник. М.: Гэотар-Медиа, 2012. (8 экз. в библиотеке ННГУ)

б) дополнительная литература:

1. Артюхов В.Г., Ковалева Т.А., Наквасина М.А., Башарина О.В., Путинцева О.В. Биофизика. М.: Академический проект, 2013. (20 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Волькенштейн, М.В. Биофизика: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2012.  
(<https://e.lanbook.com/book/3898>)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/79.pdf>.  
ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,  
ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,  
ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,  
Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,  
Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска, переносное мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Автор \_\_\_\_\_ к.б.н., доцент кафедры биофизики Шерстнева О.Н.

Заведующий кафедрой биофизики \_\_\_\_\_ д.б.н., доц. Воденеев В.А.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.